

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 80103142.8

51 Int. Cl.³: **B 64 G 1/48, F 28 D 15/00**

22 Anmeldetag: 06.06.80

30 Priorität: 26.10.79 DE 2943253

71 Anmelder: **ERNO Raumfahrttechnik Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Hünefeldstrasse 1-5, D-2800 Bremen (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 06.05.81
Patentblatt 81/18

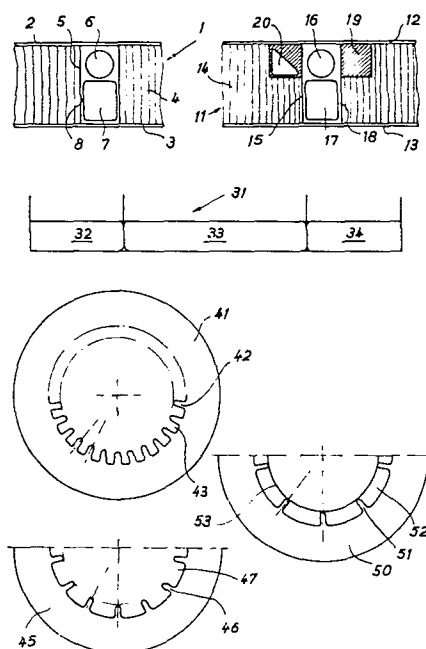
72 Erfinder: **Schlitt, Reinhard, Dr., Strassburger Strasse 26, D-2800 Bremen 1 (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **BE CH FR GB IT LI NL**

74 Vertreter: **Bischof, Hans-Jochen, Hünefeldstrasse 1-5, D-2800 Bremen 1 (DE)**

54 Wärmerohrprofil.

57 Die Erfindung betrifft ein Wärmerohr zum Transport von Wärmeleistung, wie es insbesondere im Zusammenhang mit dem Satellitenbau bekanntgeworden ist. Diese Wärmerohre haben die Aufgabe, unerwünschte Wärme, die an einem bestimmten Ort unvermeidlich entsteht, abzuführen und gegebenenfalls an anderer Stelle zu vernichten. Die Erfindung ist durch ein Rohrprofil mit rechteckigem Außenquerschnitt gekennzeichnet, dessen kürzere Seite dem Außendurchmesser eines hinsichtlich der zu übertragenden Wärmeleistung optimierten Wärmerohres, vorzugsweise mit quadratischem Querschnitt, entspricht, und dessen längere Seite gleich der Summe aus der kürzeren Seite und der zweiten Seite eines mit dem Wärmerohr verbundenen Hohlprofil von rechteckigem Querschnitt ist. Die dem Wärmerohr abgewandte Außenseite des Hohlprofils soll dabei zweckmäßig in der zweiten Oberfläche, beispielsweise einer Honigwaben-Sandwich-Struktur, liegen und der Wärmeabstrahlung dienen.



-1-

E R N O Raumfahrttechnik Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Wärmerohrprofil

Die Erfindung betrifft ein Wärmerohrprofil, das insbesondere zur Integration in Honigwaben-Sandwich-Strukturen geeignet ist und die Ausführung eines Wärmerohrs selbst.

Wärmerohre oder "heat pipes" zum Transport von Wärmeleistung sind insbesondere
5 im Zusammenhang mit dem Satellitenbau bekannt geworden. Die Aufgabe dieser
Wärmerohre ist es normalerweise, unerwünschte aber gleichzeitig unvermeidbare
Wärmeleistung vom Ort ihrer Entstehung abzuführen und an anderer Stelle gegebenfalls zu vernichten. Die Wirkungsweise dieser Wärmerohre beruht darauf,
10 daß in einer Heizzone, die in unmittelbarer Verbindung mit einer Wärmequelle
steht, eine in dem Wärmerohr enthaltene Flüssigkeit verdampft wird, so daß
die Verdampfungswärme mit dem Dampf vom Ort der Entstehung in dem Wärmerohr
abgeführt wird. Kondensiert dieser Dampf in einer anderen Zone dieses Rohres,
so wird die Latentwärme an dieser Stelle an die Rohrwandung abgegeben, von wo sie
gegebenfalls, beispielsweise in Form von Wärmestrahlung, abgeführt
15 werden kann. Gleichzeitig wird in diesen Wärmerohren die durch die
Kondensation entstehende Flüssigkeit durch Kapillarkräfte wieder in den Bereich
der Heizzone zurückgeführt. Aus diesem Grunde ist die Innenwand dieser
Heizrohre mit derartigen Kapillaren versehen.

• 2. •

- Im Prinzip wirken also diese Wärmerohre wie eine normale Kühleinrichtung, allerdings ohne daß in dem Kühlkreislauf eine zusätzliche Kraftquelle erforderlich wäre. Letztenendes hängt die Wirksamkeit eines solchen Wärmerohrs von der geeigneten Ausbildung der Kapillarstruktur an der Innenwand des Wärmerohres ab. Dementsprechend ist es aber möglich, ein solches Wärmerohr in ziemlich weiten Grenzen dem jeweiligen Transportproblem anzupassen und es durch geeignete Wahl seines Durchmessers und der Kapillarengröße zu optimieren. Gleichzeitig ist damit allerdings auch im allgemeinen der Außendurchmesser eines solchen Wärmerohres vorgegeben.
- 5
- 10 Wegen der einfachen Wirkungsweise dieser Wärmerohre ist ihre Verwendung im Satellitenbau, bei dem es bekanntlich vor allen Dingen auf Gewichtseinsparungen ankommt, vorangetrieben worden. Sie dienen gerade im Satellitenbau dazu, die beim Betrieb von Instrumenten entstehende Abwärme vom Ort ihrer Entstehung, d.h. also von den als Wärmequellen wirkenden Instrumenten, abzuführen und vorzugsweise auf Flächen zu übertragen, die diese unerwünschte Wärmeleistung in Form von Wärmestrahlung abgeben können.
- 15

Es liegt daher nahe, diese Wärmerohre als integrierte Bestandteile in die üblicherweise verwendeten Strukturen, und das sind in vielen Fällen Sandwichplatten, einzubauen. Aus Festigkeitsgründen weisen jedoch diese Sandwichplatten besonders dann, wenn sie gleichzeitig als Träger der Instrumente dienen, bestimmte Mindestdicken auf. Diese Mindestdicken sind aber im allgemeinen größer als die optimalen Durchmesser der Wärmerohre.

20

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, für derartige Wärmerohre ein Wärmerohrprofil anzugeben, das in jedem Einzelfall die Verwendung als Bauelement von Sandwichplatten ermöglicht. Eine weitere Aufgabe wird darin gesehen, ein Wärmerohr anzugeben, dessen Wärmetransportfähigkeit möglichst groß ist.

25

Erfindungsgemäß ist ein Wärmerohrprofil insbesondere zur Integration in Honigwaben-Sandwich-Strukturen dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmerohr-

profil einen rechteckigen Außenquerschnitt aufweist, dessen kürzere Seite dem Außendurchmesser eines hinsichtlich der zu übertragenden Wärmeleistung optimierten Wärmerohres vorzugsweise mit quadratischem Querschnitt entspricht und dessen längere Seite gleich der Summe aus der kürzeren Seite und der zweiten Seite eines mit dem Wärmerohr verbundenen Hohlprofils von rechteckigem Querschnitt ist. Weitere vorzugsweise Ausbildungen des erfindungsgemäßen Wärmerohrprofils sind in den vorstehenden Ansprüchen 1 bis 5 angegeben. Das Wärmerohr selbst, das insbesondere zusammen mit einem Wärmerohrprofil der vorstehend angegebenen Art zu verwenden ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß es in axialer Richtung Zonen unterschiedlichen Kapillarendurchmessers, beispielsweise in Form unterschiedlicher Rillenbreiten, aufweist. Dabei ist das Rohr in axialer Richtung in drei Zonen unterteilt, in denen die an der Innenwand angebrachten Kapillaren unterschiedliche Durchmesser aufweisen, die jedoch in Längsrichtung des Wärmerohrs miteinander in Verbindung stehen. Insbesondere im mittleren Teil, der sogenannten Transportzone, ist dabei eine Rillenbreite vorgesehen, die an sich nicht mehr die erforderliche Kapillarwirkung aufweist, wofür jedoch in diesem Bereich die Rillen durch eine vorzugsweise perforierte Metallfolie abgedeckt sind.

Das Wärmerohrprofil nach der Erfindung weist den Vorteil auf, daß die durch den Betrieb von Instrumenten entstehende unerwünschte Wärme im Inneren eines Satelliten nicht nur durch die übliche Wirkung eines Wärmerohres vom Ort der Entstehung in axiale Richtung des Wärmerohres abgeführt wird, sondern zusätzlich auch durch Wärmeleitung über die gesamte Länge des Wärmerohres hin auf die äußere Abdeckung der Sandwichplatte übertragen wird, die diese Wärme dann in Form von Wärmestrahlung an den Raum abgibt. Dabei läßt sich sowohl das Wärmerohr selbst durch die in den Ansprüchen 5 bis 9 angegebenen Maßnahmen als auch die Wärmeabgabe durch Wärmeleitung durch geeignete Wahl der Wandstärke des mit dem Wärmerohr selbst verbundenen Hohlprofils optimieren.

In den beigefügten Zeichnungen sind Beispiele für Wärmerohrprofile nach der Erfindung bzw. die Ausgestaltung eines Wärmerohres selbst dargestellt, und zwar zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch eine Sandwichplatte mit integriertem Wärmerohrprofil,
- Fig. 2 eine Abwandlung des Wärmerohrprofils in der Sandwichplatte,
- Fig. 3 schematisch ein erfindungsgemäßes Wärmerohr sowie die
- 5 Fig. 4a bis c die Ausgestaltung der Innenseite eines Wärmerohres nach der Erfindung.

In der Sandwichplatte 1 mit der inneren Deckplatte 2 und der äußeren Deckplatte 3 sowie der zwischen diesen Deckplatten befindlichen Wabenstruktur 4 ist das Wärmerohrprofil 5 als integrierter Bestandteil enthalten. Dieses Wärmerohrprofil 5 besteht aus dem eigentlichen Wärmerohr 6, das einen quadratischen Außenquerschnitt aufweist und dem mit dem Wärmerohr 6 verbundenen rechteckigen Hohlprofil 7, das das Wärmerohr 6 so weit ergänzt, daß die längere Seite des rechteckigen Wärmerohrprofilquerschnitts 5 der Dicke der Sandwichplatte 1 entspricht. Die Seitenwand 8 des Hohlprofils 7 ist hinsichtlich seiner Dicke so bemessen, daß die erforderliche Wärmeleitfähigkeit erreicht wird.

In der Fig. 2 ist eine Abwandlung des Wärmerohrprofils nach der Fig. 1 dargestellt, wobei die Änderung im wesentlichen darin besteht, daß seitlich des Wärmerohrs 16 Verstärkungsleisten 19 bzw. 20 angebracht sind, deren Aufgabe es ist, die von der nicht dargestellten Wärmequelle herkommende Wärme, deren Ausdehnung etwa der Gesamtbreite des Hohlprofils 17 entspricht, zusätzlich auch den Seiten des Wärmerohrs 16 zuzuführen und damit eine bessere Wärmeübertragung zu gewährleisten. Diese Verstärkungsleisten 19 bzw. 20 können zu mindest teilweise als Hohlprofile ausgebildet sein. Maßgebend dafür ist die Optimierung hinsichtlich der Wärmeleitung durch diese Verstärkungsleisten einerseits und ihrem Gewicht andererseits.

In der Fig. 3 ist ein Wärmerohr 31 schematisch dargestellt, das in eine Heizzone 32, eine Transportzone 33 und eine Kühlzone 34 unterteilt ist.

Dabei ist als Heizzone der Bereich des Wärmerohrs bezeichnet, dem die Wärme unmittelbar von der Wärmequelle her zugeführt wird und in dem die in dem Wärmerohr enthaltene Flüssigkeit verdampft wird. Andererseits ist die Kühlzone der Bereich des Wärmerohrs, in dem die in dem Dampf enthaltene latente Verdampfungswärme durch Kondensation des Dampfes an die Wärmerohrwand und von dieser nach außen abgegeben wird. Zwischen diesen beiden Zonen der Heizzone 32 und der Kühlzone 34 befindet sich die Transportzone 33, in deren Inneren einerseits die verdampfte Flüssigkeit von der Heizzone zur Kühlzone hin die latente Verdampfungswärme transportiert und an deren Innenwänden entlang die kondensierte Flüssigkeit von der Kühlzone 34 wieder in die Heizzone 32 zurücktransportiert wird. In den Fig. 4a bis 4c sind Schnitte durch diese drei Zonen 32, 33 und 34 dargestellt, und zwar zeigt die Fig. 4a einen Schnitt durch die Heizzone 32 mit der Rohrwand 41, den Stegen 42 und den von diesen Stegen und der Rohrwand gebildeten Rillen 43, wo die Flüssigkeit durch Zuführung von Wärme verdampft wird. Die Fig. 4b zeigt einen Schnitt durch die Kühlzone 34 mit der Rohrwand 45, den Stegen 46 und den Rillen 47, wo die verdampfte Flüssigkeit wieder kondensiert und damit die Verdampfungswärme abgibt. Prinzipiell könnte in diesem Bereich die Zahl der Stege und Rillen der Zahl der Stege und Rillen in der Heizungszone entsprechen, weil damit die Wärmeabgabe verbessert werden könnte. Allerdings ist eine Verringerung der Anzahl der Stege und Rillen zweckmäßig wegen der Kapillarkräfte, um die Druckverhältnisse in dem Wärmerohr zu verbessern.

In der Fig. 4c ist schließlich ein Schnitt durch die Transportzone 33 mit der Rohrwand 50, den Stegen 51, den Rillen 52 und der Abdeckfolie 53 dargestellt. In dieser Transportzone ist die Rillenbreite so groß, daß eine Abdeckung dieser Rillen durch eine Folie erforderlich wird, weil die Kapillarkräfte allein nicht ausreichen würden, um die Flüssigkeit in den Rillen zu halten und zur Heizzone 32 zurückzutransportieren. Die Abdeckfolie 53 ist zweckmäßig perforiert, um Kondensations- und Verdampfungsvorgänge während der Anfahrphase des Wärmerohres und bei Änderungen der Betriebstemperaturen zu erlauben. Die drei Zonen des Wärmerohres können getrennt voneinander hergestellt und anschließend miteinander verschweißt werden. Die perforierte Abdeckfolie wird dabei vor dem Verschweißen der drei Teile des Wärmerohres mit einem geeigneten Schweißverfahren auf die Stege aufge-

0027845

.6.

bracht. Es ist natürlich auch möglich, die Folie und Rillenstege für sich herzustellen und in ein glattes Rohr einzuschieben, wo sie dann in geeigneter Form mit diesem Rohr verschweißt werden.

0027845

Patentansprüche

1. Wärmerohrprofil, insbesondere zur Integration in Honigwaben-Sandwich-Strukturen, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmerohrprofil (5, 15) einen rechteckigen Außenquerschnitt aufweist, dessen kürzere Seite dem Außendurchmesser eines hinsichtlich der zu übertragenden Wärmeleistung optimierten Wärmerohres (6, 16), vorzugsweise mit quadratischem Querschnitt, entspricht und dessen längere Seite gleich der Summe aus der kürzeren Seite und der zweiten Seite eines mit dem Wärmerohr (6, 16) verbundenen Hohlprofils (7, 17) von rechteckigem Querschnitt ist.
2. Wärmerohrprofil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die längere Seite des rechteckigen Querschnitts der Dicke einer Sandwichplatte (1, 11) entspricht, in die das Wärmerohrprofil (5, 15) integrierbar ist.
3. Wärmerohrprofil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmerohrprofil (15) im Bereich der Wärmequellen, deren Wärme mittels des Wärmerohrs abzuleiten ist, beiderseits des Wärmerohrs (16) Verstärkungsleisten (19, 20) aufweist, deren Tiefe dem Durchmesser des hinsichtlich der abzuführenden Leistung optimierten Wärmerohrs (16) entspricht und deren Breite der Ausdehnung der Wärmequelle angepaßt ist.
4. Wärmeprofil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsleisten (19, 20) zumindest teilweise als Hohlprofile ausgebildet sind.
5. Wärmerohrprofil nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Seitenwand (8, 18) des mit dem Wärmerohr (6, 16) verbundenen Hohlprofils (7, 17) hinsichtlich seiner Dicke und seiner Form bezüglich seiner Wärmeleitung und seines Gewichtes optimiert ist.

6. Wärmerohr, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es in axialer Richtung Zonen (32, 33, 34) unterschiedlichen Kapillarendurchmessers - beispielsweise in Form unterschiedlicher Rillenbreiten - aufweist.
7. Wärmerohr nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillaren in der Heizzone (32) den geringsten, in der Transportzone (33) zwischen Heiz- und Kühlzone (34) den größten Durchmesser bzw. Rillenbreite aufweisen.
8. Wärmerohr nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillenbreite (52) in der Transportzone (33) größer ist als zur Erhaltung der Kapillarwirkung zulässig und daß die Rillen (52) mit einer Folie (53) abgedeckt sind.
9. Wärmerohr nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Folie (53) eine perforierte Metallfolie ist, die auf die Stege (51) zwischen den Rillen (52) aufgeschweißt ist.
10. Wärmerohr nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Porenradius der perforierten Metallfolie (53) kleiner ist als die Rillenbreite der Heizzone (32).

